9/96 -Sf-

Mode d'emploi **401 20 - 24**

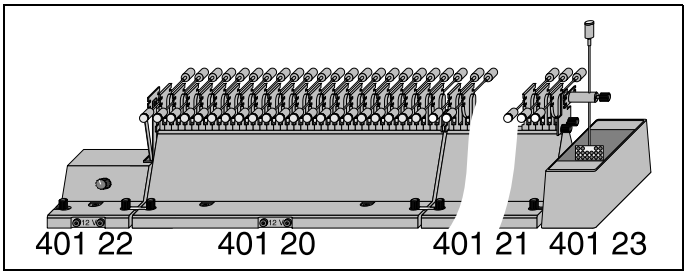

Fig. 1

Scoponde, module de base 1
Scoponde, module de base 2
Module d'excitation pour le scoponde
Module amortisseur pour le scoponde
Module frein pour le scoponde

Le groupe d'appareils «Scoponde - générateur d'ondes modulaire»*) permet d'étudier la génération et les propriétés d'ondes transversales qui se propagent le long de pendules doubles accouplés, oscillant sur un axe horizontal commun.

Les modules de base 1 et 2 (401 20/21) constituent 2 systèmes oscillatoires qui se distinguent par les masses de leurs corps pendulaires et donc par les moments d'inertie des pendules. Il en résulte différentes vitesses de propagation des ondes. Pour obtenir des systèmes oscillatoires de différentes longueurs, il suffit d'accoupler plusieurs modules (cf. fig. 1).

L'excitation des oscillations se fait soit à la main, soit par le module d'excitation (401 22) conçu pour ce dispositif, soit encore par un moteur d'expériences avec excentrique. Une fois montés, les modules de base et d'excitation constituent une unité d'expérimentation fixe (cf. fig. 1).

Le module amortisseur (401 23) empêche la réflexion des ondes à l'extrémité du système oscillatoire dans les expériences qui l'exigent (cf. fig. 1).

Le module frein électromagnétique (401 24) qui se monte dans le châssis des modules de base 1/2, arrête le mouvement de tous les pendules simultanément et fixe ainsi l'état instantané d'une onde.

Exemples d'expériences:

- Génération d'une onde par propagation d'une perturbation le long d'un système de pendules couplés
- Vitesse de propagation:
  Influence de la fréquence d'excitation et du moment d'inertie du pendule; expérience type sur la propagation dans des milieux de différentes densités

  Fréquence, vitesse de propagation, longueur d'onde
- Oscillation fondamentale et oscillation harmonique
- Réflexion sur une extrémité libre ou fixe
- Superposition d'ondes de sens opposés (en phase et en opposition de phase)
- Ondes stationnaires

Bibliographie:

«Générateur d'ondes modulaire» (401 193); fourni avec le module d'excitation (401 22).

*) Compatible avec les éléments accouplés par des pièces en caoutchouc-mousse, fournis par le passé.

1 Remarques de sécurité

- Ne pas retirer des modules de base les ressorts définissant la tension d'accouplement des pendules entre eux.
- Transporter et ranger les modules de base en relevant le rail de freinage (8) pour soulager les paliers des pendules (insérer les coins de blocage (9) comme dans la fig. 2.1).
- Respecter les caractéristiques de fonctionnement maximales admissibles:
  Module d'excitation: 12 Vc.c. (en permanence)
  16 Vc.c. (temporairement)
  Module frein: 12 V c.a.
- Conserver l'emballage d'origine.

2 Description, fournitures, caractéristiques techniques

2.1 Modules de base 1 et 2 (401 20/21)

① Système oscillatoire:
21 pendules doubles, 22,5 cm de long,
avec masses pendulaires cylindriques fournissant le moment d'inertie *J* des pendules.
Masses pendulaires du module de base 1: jaunes
du module de base 2; blanches
J (module de base 1): *J* (module de base 2) = env. 4 : 1
Les pendules pivotent avec peu de frottement autour de l'axe horizontal grâce à des paliers à couteaux et à pointes supportant le poids des corps pendulaires et les forces générées par les ressorts d'accouplement; avec des mâchoires de freinage dentées serrant le rail de freinage quand il est relevé ⑧:
Couplage bifilaire des pendules avec une tension définie par des ressorts en spirale.
Ecart des pendules: 2 cm
Longueur du système oscillatoire: 40 cm

② Fentes pour fixer les ressorts d'accouplement et les coupleurs de modules ⑤ ou ⑰/⑱/㉒

③ Plaque de fixation du pendule d'extrémité (système oscillatoire à extrémité fixe; cf. fig. 5); montée à la livraison.

④ Vis pour la fixation de la plaque ③ et du support de pendule ㉑.

⑤ Paire de coupleurs de modules, env. 3 cm de long, permettant l'accouplement élastique des systèmes oscillatoires de deux modules de base.

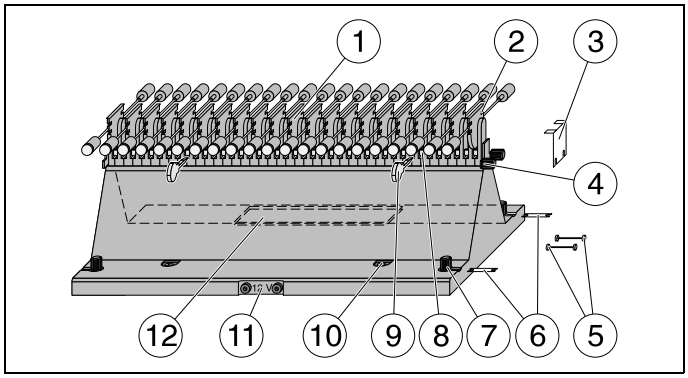

Fig. 2.1 Module de base 1/2 (401 20/21)

⑥ Paire d'étriers pour le raccordement mécanique de 2 modules de base;
avec perçage pour vis à bois 3 x 35, c.-à-d. pour le montage fixe d'un scoponde composé de plusieurs modules, par ex. sur une planche.

⑦ Vis de fixation (4 x) pour ⑥

⑧ Rail de freinage. Il est appuyé contre les mâchoires des pendules, soit mécaniquement par les coins de blocage ⑨, soit électromagnétiquement par le module frein (401 24).

⑨ Paire de coins de blocage pour soulever mécaniquement le rail de freinage ⑧; blocage des pendules et soulagement simultané des paliers.

⑩ Vis de montage avec contre-écrous (4x) pour la plaque de fond du châssis ainsi que (à sa place) pour la plaque de base du module frein (401 24), cf. paragraphe 3.5.1, fig. 7.

⑪ Douilles de raccordement de 4 mm pour l'alimentation en tension (12 V, 3 A) du module frein (401 24).

⑫ Compartiment pour ranger les petites pièces (par ex. ② - ⑤).

Dimensions: 42 cm x 24 cm x 16 cm

Poids: 1,6 kg

2.2 Module d'excitation pour le scoponde (401 22)

⑬ Boîtier avec moteur à courant continu incorporé, réducteur, excentrique ainsi que potentiomètre pour le réglage précis de la fréquence.
Tension: 5 Vc.c. à 12 Vc.c. max. (en permanence)
16 Vc.c. (temporairement)
Courant nécessaire 0,5 A max.
Gamme des fréquences: env. 0,1 Hz à 1,5 Hz
Réglage grossier par la tension d'entrée aux douilles ⑭, réglage précis par le bouton de réglage ⑮

⑭ Douilles d'entrée pour la tension du moteur; paire de douilles des faces avant et arrière montées en parallèle.

⑮ Bouton de réglage du potentiomètre pour le réglage précis de la fréquence.

⑯ Tringles d'excitation avec fentes pour fixer le coupleur de modules

⑰ Paire de coupleurs courts (env. 3 cm de long) pour la fixation rigide de l'excitateur ⑯ à la fente ② du module de base (cf. fig. 3.1).

⑱ Paire de coupleurs de modules d'env. 3 cm de long pour le couplage du module amortisseur avec le module de base

⑲ Paire d'étriers pour le raccordement mécanique des modules de base et d'excitation; avec perçage (cf. ⑥).

⑳ Vis de fixation (4x) pour ⑲.

Dimensions: 12 cm x 24 cm x 16 cm

Poids: 0,6 kg

Inclus au matériel livré: Livre «Générateur d'ondes modulaire» (401 193).

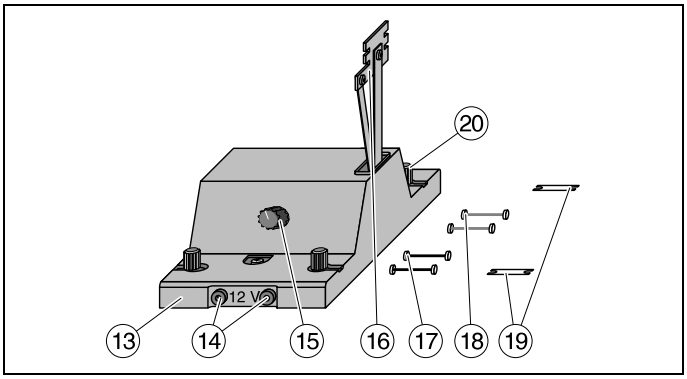

Fig. 2.2 Module d'excitation (401 22)

2.3 Module amortisseur pour le scoponde (401 23)

㉑ Support rotatif de pendules avec fente pour fixer un coupleur de modules ㉒, se monte sur les modules de base 1/2 avec les vis ④ ;
avec vis de fixation (21.1) pour le pendule ㉓

㉒ Paire de coupleurs de modules d'env. 3 cm de long pour le couplage du module amortisseur avec le module de base.

㉓ Pendule avec plaque d'amortissement trouée
Longueur totale du pendule: 22 cm
Moment d'inertie (avec plaque d'amortissement plongée dans l'eau):
approximativement la moyenne des moments d'inertie des modules de base 1 et 2.

㉔ Récipient d'eau

Dimensions: 8 cm x 24 cm x 8 cm

Poids total: 0,2 kg

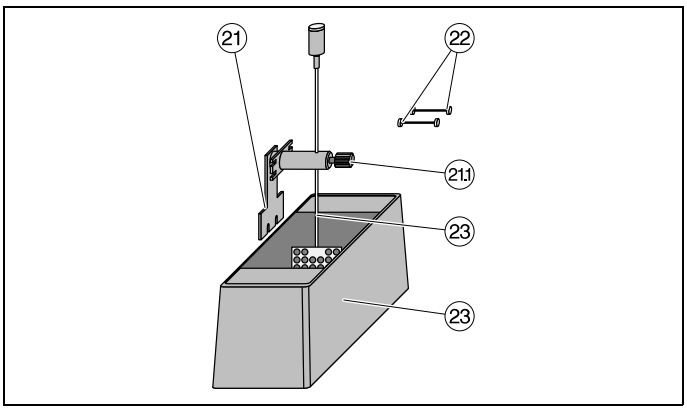

Fig. 2.3 Module amortisseur (401 23)

2.4 Module frein pour le scoponde (401 24)

㉕ Plaque de base avec 4 perçages pour les vis de montage ⑩.

㉖ Cosses à enficher sur les plaques de raccordement reliées aux douilles ⑪ .

㉗ Redresseur et condensateur

㉘ Electroaimants (2x) avec noyau en fer doux mobile; ils appuient le rail de freinage ⑧ contre les mâchoires des pendules (cf. ①) lorsque la bobine est parcourue par un courant.

Pas illustrée: étiquette «12 V» pour repérer les douilles ⑪

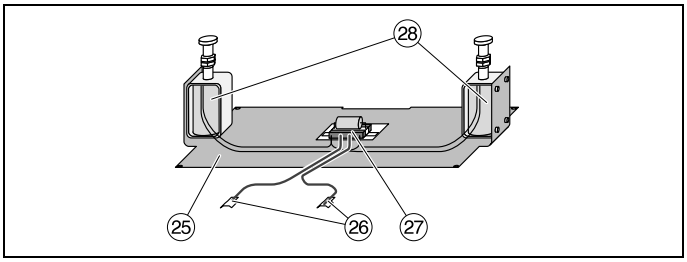

Fig. 2.4 Module frein (401 24)

Tension d'alimentation:	12 V
Intensité du courant:	3 A
Dimensions:	27 cm x 15 cm x 8 cm
Poids:	0,6 kg

3 Utilisation

3.1 Assemblage des modules (cf. fig. 1, fig. 3.1 à 3.3)

1 module de base 2 suffit pour les expériences d'initiation; avec plus de 5 modules de base, il y a une réduction notable de l'amplitude par amortissement.

Monter les modules de base - éventuellement après le montage du module frein, cf. paragraphe 3.5.1 - toujours de telle sorte que les paires de douilles ⑪ soient du même côté;

Procéder à une orientation linéaire des modules et les relier entre eux d'abord mécaniquement par les étriers ⑥ ou ⑲ (visser correctement).

Fixer, de préférence sur une planche, les systèmes oscillatoires composés de plus de 2 modules par des vis à bois traversant les trous des étriers de raccordement.

Réaliser l'accouplement élastique avec des coupleurs de modules comme dans les fig. 3.1 à 3.3; pour accoupler le module d'excitation ou le module amortisseur, utiliser les coupleurs à extrémité rigide ⑰, ⑱ ou ㉒ .

3.2 Excitation d'ondes

3.2.1 Excitation manuelle

Excitation unique du premier pendule (par ex. pour les expériences sur la réflexion et pour mesurer la vitesse de propagation avec des barrières lumineuses, 337 46, et un chronomètre électronique, par ex. 313 031 ou 575 45):

Soulever et abaisser d'un seul mouvement, en l'espace de 2 s environ, le pendule de façon continue - sans à-coup! - avec une amplitude de 3 cm et le lâcher ensuite.

Excitation unique du premier et du dernier pendule (superposition d'ondes de sens opposés, en phase ou en opposition de phase):

Soulever et abaisser d'un seul mouvement en même temps le premier et le deuxième pendule (en phase)

ou

soulever et abaisser le premier pendule tout en abaissant et soulevant le dernier (en opposition de phase).

Excitation continue d'ondes stationnaires et (avec le module amortisseur) d'ondes progressives:

Mouvoir le premier pendule avec une petite amplitude (max. 2 cm) d'abord très lentement (env. 1 oscillation toutes les 5 s) et accélérer progressivement la fréquence jusqu'à obtenir l'état oscillatoire désiré (oscillation propre du système, harmoniques d'ordre supérieur).

3.2.2 Excitation par le module d'excitation (401 22)

Matériel supplémentaire nécessaire:

Source de tension continue, 12 Vc.c. (ou 16 Vc.c.); 0,5 A, réglable en continu, par ex.

Transformateur TBT, type S	521 35

Recommandé: voltmètre par ex.

Multimètre MA 1 H	531 51

Monter et accoupler le module d'excitation conformément à la fig. 3.1 ou 3.2.

Augmenter lentement et progressivement la fréquence d'excitation par l'intermédiaire de la tension d'alimentation; procéder au réglage précis de la fréquence par le bouton tournant ⑮lorsque le système approche l'oscillation fondamentale ou l'une des premières harmoniques.

Dans les dispositifs avec le module de base 2, augmenter brièvement la tension jusqu'à 16 V (≙ 1,5 Hz).

3.2.3 Excitation par le moteur d'expériences et l'excentrique

Matériel supplémentaire nécessaire:

Moteur d'expériences, 100 W, avec appareil de commande	347 35/36

Recommandé: voltmètre pour 15 Vc.c., par ex.

Multimètre MA 1 H	531 51
Excentrique	347 28
Elastique	de 340 90

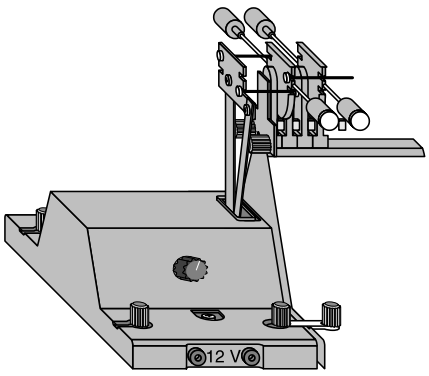

Fig. 3.1

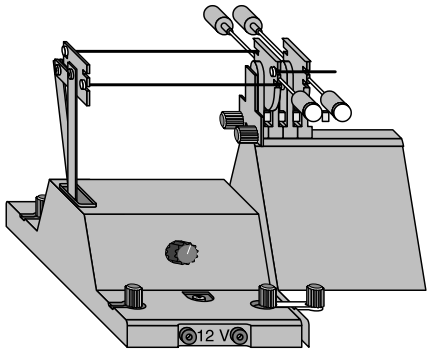

Fig. 3.2

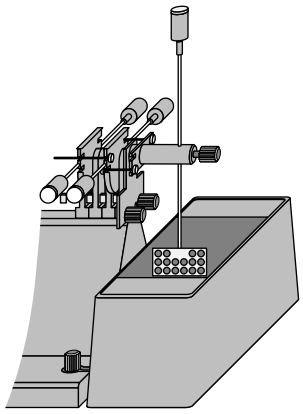

Fig. 3.3

Fig. 3.1

Couplage rigide du module d'excitation et du module de base par des coupleurs courts pour l'excitation d'ondes progressives

Fig. 3.2

Couplage souple du module d'excitation et du module de base par des coupleurs longs pour l'excitation d'ondes stationnaires (oscillations propres du système)

Fig. 3.3

Accouplement du module amortisseur

3.3 Extrémité fixe ou libre du système oscillatoire

Extrémité fixe: fixer le dernier pendule à l'horizontale avec la plaque de fixation ③ comme dans la fig. 5.

Extrémité libre: dans ce cas, si la réflexion sans saut de phase n'est pas réalisable, il faut remédier, comme dans la fig. 6, au frottement du dernier pendule qui est fonction du mode de fabrication.

3.4 Suppression de l'onde réfléchie par le module amortisseur (401 23), par ex. pour les expériences sur les ondes progressives

Monter et accoupler le support de pendule ㉑ comme dans la fig. 3.3;

Remplir d'eau le récipient ㉔, jusqu'à env. 1 cm du bord

Choisir la hauteur du pendule ㉓ pour qu'il pende à la verticale lorsque la plaque d'amortissement (poussée d'Archimède) est immergée.

3.5 Arrêt simultané de tous les pendules («image instantanée» de l'onde) avec le module frein (401 24)

3.5.1 Montage

Fixer les pendules à l'horizontale en soulevant le rail ⑨ avec les coins de blocage ⑨; desserrer les vis de montage ⑩.

Retourner le module de base comme dans la fig. 7 et retirer la plaque de fond;

Enficher les cosses ㉖ sur les plaques de raccordement reliées aux douilles ⑪;

Poser le module frein dans le châssis et le fixer avec les vis et les contre-écrous.

Coller l'étiquette «12 V» entre les douilles ⑪ sur le châssis.

3.5.2 Fonctionnement

Matériel supplémentaire nécessaire:

Source de tension, 12 V, charge admissible au moins 3 A par frein, par ex.
pour 3 freins max.

Transformateur 2 V - 12 V, 120 W 521 25
pour 6 freins max.

Transformateur d'expériences, composé de:

bobine secteur, 500 spires (pour 230 V en alternatif) 562 21
250 spires (pour 115 V en alternatif) 562 22
bobine très basse tension 562 18
Noyau en U avec joug et dispositif de fixation 562 11/12
Il est plus pratique de disposer la source de tension à la distance où l'on observe le mieux l'expérience, c.-à-d. > 1 m

Raccorder la source de tension aux douilles ⑪ en cas d'utilisation de plusieurs modules avec freins, brancher leurs entrées en parallèle;

Exciter le système oscillatoire et enclencher la tension exactement au moment où l'«image de l'onde» a la forme désirée;

Couper simultanément la tension du moteur d'entraînement.

4 Rangement, transport; pièces détachées

Lors du transport ou stockage des modules de bases, toujours bloquer les pendules pour protéger et soulager les paliers;

S'il s'avérait nécessaire d'expédier un appareil à réparer, choisir un emballage convenable pour éviter les dommages pendant le transport.

L'emballage d'origine est conseillé pour le module de base!

Pièces de rechange:

Paire de ressorts d'accouplement (env. 38 cm de long) et coupleurs de modules (env. 3 cm de long) pour les modules de base (401 20/21): ET 68 421

1 paire de coupleurs de modules d'env. 3 cm et 11 cm de long pour le module d'excitation et le module amortisseur (401 22/23): ET 68 422.

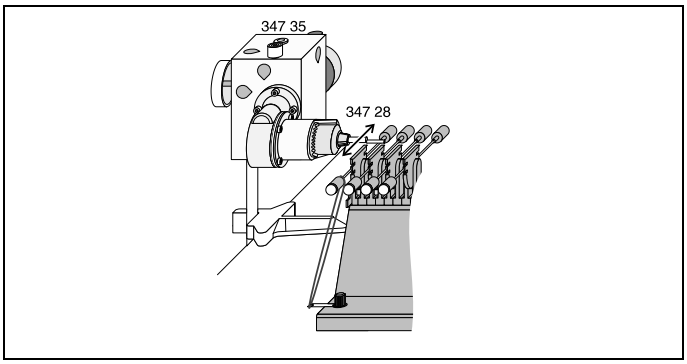

Fig. 4
Excitation par le moteur d'expériences (347 35) avec excentrique (347 28); augmentation de l'amplitude par déplacement de la tige de l'excentrique dans le sens de la flèche

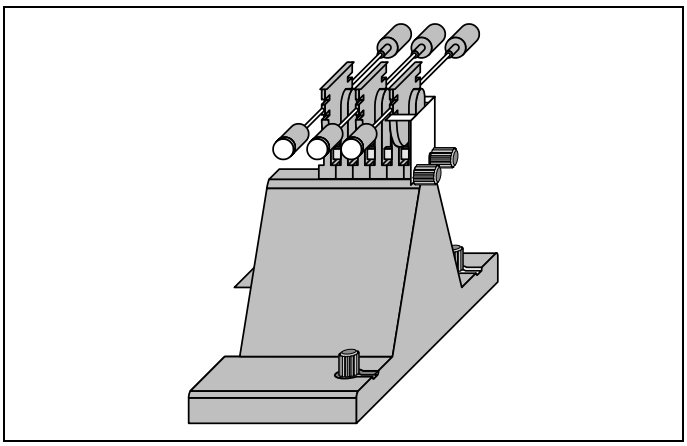

Fig. 5

Fixation du dernier pendule pour les expériences avec extrémité fixe du système

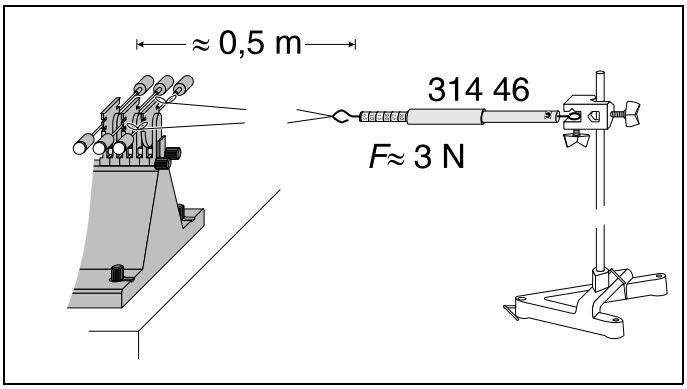

Fig. 6
Soulagement du dernier pendule par un dynamomètre de 5 N relié par un fil de pêche d'env. 0,5 m pour l'application d'une force de près 3 N

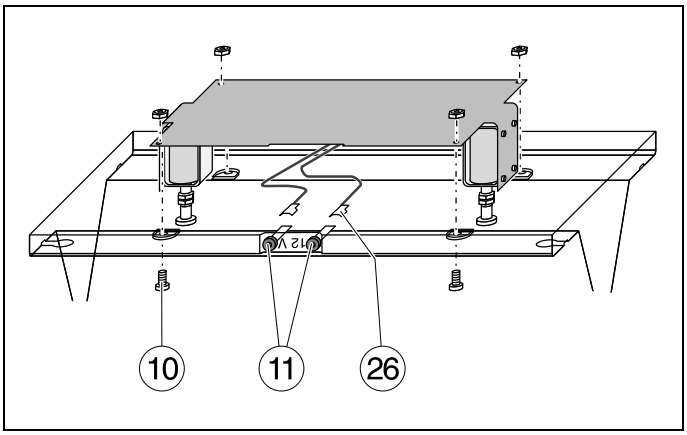

Fig. 7
Montage du module frein

© by Leybold Didactic GmbH
Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved